

Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych inspiracją do podejmowania działań na rzecz nauczania przedmiotów przyrodniczych przez dociekanie i badania naukowe

Hanna Gulińska, Agnieszka Wojciechowska-Gertig, Tomasz Wołowicz

Wprowadzenie

Nowa podstawa programowa, która zgodnie z założeniami reformy edukacji w Polsce, została wprowadzona we wrześniu 2009 do gimnazjów, a w 2012 roku do szkół ponadgimnazjalnych, zmieniła tamże nie tylko treści nauczania chemii, ale również sposób ich wykładania [1]. Zgodnie z założeniami proponowanych zmian, celem nauczania w zakresie chemii stać się winno przede wszystkim kształcenie umiejętności dostrzegania i rozumienia zjawisk oraz procesów zachodzących w bliższym i dalszym otoczeniu, m.in. poprzez podchodzenie do eksperymentu i technologii informacyjnej w sposób problemowy, a w konsekwencji rozwijanie umiejętności badawczych i sprawności rozwiązywania problemów, w tym planowania działań i podejmowania decyzji.

Wychodząc naprzeciw nowym zapotrzebowaniom, w Zakładzie Dydaktyki Chemii Wydziału Chemii UAM przygotowano *Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych* [2], który we wrześniu 2012 roku przekazano wszystkim zainteresowanym nauczycielom chemii. Produkt ten przeznaczono przede wszystkim do wspomagania innowacyjnego nauczania chemii na poziomie pierwszej klasy szkoły ponadgimnazjalnej, realizowanego przez nauczycieli w tradycyjnym systemie klasowo-lekcyjnym. Niespodziewanie okazało się, że zamieszczone w *Leksykonie* prezentacje zainspirowały uczniów do tworzenia podobnych produktów, głównie niewielkich utworów filmowych. I tak, w krótkim czasie powstały materiały, których młodzi autorzy zadali sobie trud samodzielnego rozwiązania różnorodnych problemów naukowych, metodycznych i technicznych, a następnie przedstawienia swoich dociekań w formie multimedialnej. Tym samym, działania uczniów można zaliczyć zarówno do badawczych, jak i do problemowych, gdyż granica między nimi była dość płynna. W tych pierwszych polegała na obserwacji i analizie zjawiska, w tych drugich na stawianiu i sprawdzaniu hipotez. W obu istotne były pytania badawcze [3, 4]. W działaniach tych nauczyciel pełnił najczęściej rolę doradcy, jedynie wskazującego uczniom możliwe ścieżki postępowania. Można więc powiedzieć, że niejako samoistnie uczniowie ci wybrali poszukującą metodę nauczania i podążyli nią zgodnie z metodologią IBSE (Inquiry Based

Science Education), czyli „*drogą krytycznej analizy eksperymentów oraz dostrzegania alternatyw, planowania badań, sprawdzania przypuszczeń, szukania informacji, konstruowania modeli, dyskutowania z rówieśnikami i formułowania spójnych argumentów*” [5, 6], a osiągnięte przez nich rezultaty zadziwiły nie tylko nauczających, ale i nauczanych. Warto więc przyrzeć się temu, co stało się za sprawą produktu o nazwie *Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych*.

Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych

Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych (fot. 1), zapisany na płycie DVD, ma charakter ilustrowanej encyklopedii, zawierającej zbiór treści nauczania w postaci 120 haseł wzbogaconych o filmy, animacje i interaktywne zadania różnego typu. Struktura taka wychodzi naprzeciw nowym trendom edukacji opartym o aktywizowanie uczniów do poszukiwania informacji i samodzielnego rozwiązywania problemów badawczych. Wskazanie każdego z haseł *Leksykonu* umożliwia automatyczne przejście do jednego z sześciu modułów, a po obejrzeniu interesującego elementu (filmu, animacji, zadania) powrót do alfabetycznej listy haseł.



Fot. 1. Przykładowe ekrany przedstawiające stronę tytułową oraz sposób rozwijania informacji zawartych w *Multimedialnym Leksykonie Eksperymentów Chemicznych*

Poniżej przedstawiono charakterystykę modułów *Leksykonu*:

- *Chemia w laboratorium* – pakiet 60 filmów ilustrujących przebieg eksperymentów chemicznych poświęconych chemii życia codziennego.
- *Chemia przed śniadaniem* – pakiet filmów, w których narratorem i prezydentem jest uczeń liceum, rozważający przy śniadaniu obecność i znaczenie chemii w życiu codziennym. Rozglądając się po kuchni i przygotowując dla siebie śniadanie dostrzega przemiany chemiczne i ich efekty oraz produkty codziennego użytku, które zostały przygotowane przy udziale przemysłu chemicznego, a z których należy w odpowiedni sposób korzystać.
- *Chemia za każdym rogiem* – pakiet filmów kształtujących świadomość o obecności chemii w najbliższym otoczeniu człowieka – w aptece, w piekarni, na stacji paliw itd. Filmy te ilustrują przebieg wybranych

- procesów technologicznych, a uzupełnienie ich treści o proste doświadczenia laboratoryjne przybliży znajomość reakcji i praw chemicznych.
- *Chemia na tablicy* – zbiór materiałów przygotowanych z myślą o użytkownikach tablicy interaktywnej – scenariusze lekcji, multimedialne prezentacje oraz sekwencje filmowe obrazujące przebieg zajęć.
 - *Chemia przez Internet* – zbiór instrukcji pozwalających uczestnikowi zapoznać się ze środowiskiem pracy zdalnej, zrozumieć podstawy zarządzania procesem nauczania na poziomie CMS (z ang. *Content Management System* – System Zarządzania Treścią) i LMS (z ang. *Learning Management System* – System Zarządzania Nauczaniem). Moduł ten zawiera sylabusy kursów realizowanych w ramach zajęć ze studentami oraz przykłady gotowych materiałów edukacyjnych utworzonych z wykorzystaniem narzędzi platformy Moodle.
 - *Chemia interaktywna* – zbiór testów, sprawdzianów oraz wirtualne laboratorium. Wszystkie te elementy zachęcają do kontroli i samokontroli zgodnych z regułami nowych egzaminów.

Zaprojektowany w ten sposób *Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych* miał „w rękach nauczycieli” ułatwić uczniom odkrywanie interesujących ich zagadnień oraz pobudzić ich do podejmowania prób rozwiązania postawionych problemów lub formułowania nowych. Okazało się jednak, że z woli uczniów stał się on inspiracją do pracy metodą projektów opartą na samodzielnym opracowywaniu materiałów, zaspokajaniu ciekawości oraz wyrabianiu u uczestników projektu poczucia odpowiedzialności za podjęte działania. Uważa się, że działający w ten sposób uczniowie zdobywają wiele cennych umiejętności, takich jak: samodzielne planowanie sposobu weryfikacji hipotez badawczych, kreatywne komunikowanie się, skuteczne poszukiwanie informacji w różnych źródłach, analizowanie danych, wyciąganie wniosków oraz prezentowanie uzyskanych wyników przy użyciu różnych form wizualnych [7]. Ponadto uczniowie ci, realizujący zadania zgodnie z regułami metody projektów, zdobywają umiejętności sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, które wykorzystują często w sposób niekonwencjonalny, aby ich prace były atrakcyjne i zapadły w pamięć ich odbiorcom [8, 9].

Projekty uczniowskie – realizacja

Uczniowie zafascynowani filmami zamieszczonymi w trzech z sześciu modułów *Leksykonu: Chemia za każdym rogiem, Chemia przed śniadaniem* oraz *Chemia w laboratorium*, opracowali własne materiały edukacyjne w formie filmów, prezentacji multimedialnych, przedstawień, inscenizacji teatralnych i wywiadów. Tak więc zarówno pomysł takiej pracy, jak i jej wykonanie oraz forma prezentacji uzyskanych wyników nie były narzucone przez nauczyciela, to sami uczniowie zaproponowali, że wykonają materiały, które sta-

nowiłyby rozwinięcie i uzupełnienie tematów omawianych na lekcjach chemii. Zgodnie z regułami metody projektów, po ukonstytuowaniu się grup, osoby do nich przypisane stały się odpowiedzialne za różne etapy pracy, np. poszukiwanie informacji z różnych dostępnych źródeł, operowanie kamerą lub aparatem cyfrowym, montaż filmów i ich prezentację. Czas przeznaczony na przygotowanie materiałów obejmował listopad i grudzień 2012 roku. Efekty pracy prezentowano w styczniu i w lutym 2013 roku na spotkaniach organizowanych dla nauczycieli i uczniów przez Zakład Dydaktyki Chemii UAM w Poznaniu [10, 11].

Materiały przygotowane przez uczniów podzielono na cztery grupy tematyczne:

- A) filmy obrazujące laboratoryjne eksperymenty chemiczne,
- B) filmy obrazujące doświadczenia chemiczne wykonywane w kuchni,
- C) filmy obrazujące pracę zakładów przemysłowych,
- D) inne: prezentacje multimedialne, wywiady, inscenizacje teatralne.

Materiały przygotowane przez uczniów często nawiązywały formą do materiałów zamieszczonych w *Multimedialnym Leksykonie Eksperymentów Chemicznych*. Zakres i sposób ujęcia treści był oczywiście uboższy, lecz niezwykle trafny. Można więc sądzić, iż to właśnie *Leksykon* zainspirował uczniów do przedstawienia rozwiązań postawionych im problemów badawczych w formie filmów. Jak twierdzą sami uczniowie: działania podejmowane w realizowanych projektach pomogły im nie tylko w zrozumieniu zagadnień omawianych na lekcjach chemii, ale również zainspirowały ich do podejmowania samodzielnych poszukiwań nowych eksperymentów chemicznych i ich weryfikacji w kontekście pokazu dla szerszego audytorium (np. dni otwarte szkoły). Inne formy aktywności, jak np. przygotowanie multimedialnej prezentacji i inscenizacji, wymagały zaangażowania wielu umiejętności technicznych, w tym z zakresu technologii informacyjnej, grafiki komputerowej i aktorstwa, co w efekcie sprawiło uczniom wiele radości.

Poniżej przedstawiono kilka najciekawszych rezultatów pracy uczniów.

A. Filmy obrazujące laboratoryjne eksperymenty chemiczne.

Jak już powiedziano uczniowie, którzy podjęli działania w zakresie eksperymentów chemicznych typowo laboratoryjnych początkowo czerpali inspirację z modułu *Leksykonu – Chemia w laboratorium*, w którym zamieszczono filmy wykonane przez specjalistów i opatrzone odpowiednim komentarzem lektora. Korzystając z poczynionych spostrzeżeń uczniowie, w swoich działaniach filmowych, samodzielnie zaplanowali cykl eksperymentów ilustrujących podjęty problem badawczy, a następnie opisali przyjęte procedury postępowania, zebrali potrzebny sprzęt i odczynniki i przeprowadzili eksperymenty, co ciekawe, również w warunkach domowych i plenerowych. Swoje postępowanie badawcze rejestrowali, a końcowy materiał filmo-

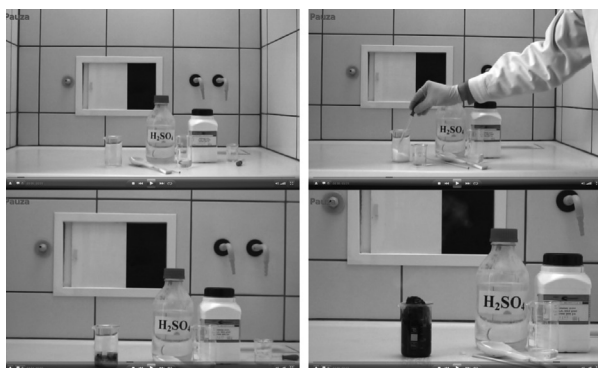
wy opatrzyli odpowiednim komentarzem oraz planszami zawierającymi m.in. nazwy użytych związków chemicznych. Przygotowanym filmom nadali tytuły w formie żartobliwej, jednak sugerującej, że materiał zawiera odpowiedź na postawione wspólnie z nauczycielem pytania badawcze:

- *Dlaczego cukier pod wpływem kwasu siarkowego(VI) czernieje?*
- *Skąd w wyniku przeprowadzonego doświadczenia pojawia się zapach karmelu?*
- *Jakie czynniki wpływają na szybkość rozpuszczania się substancji?*
- *Czy wszystkie substancje rozpuszczają się w wodzie?*
- *Czy siarczan(VI) miedzi(II) zawsze ma barwę niebieską?*

Poprawne wykonanie eksperymentów wymagało od uczniów zbierania i przetwarzania danych, stawiania hipotez i ich weryfikacji, analizy wyników i wyciągania wniosków, a wszystko po to, by odkrywać nowe pojęcia, zasady i prawa, w bardzo podobny sposób i za pomocą podobnych narzędzi, jakimi posługują się naukowcy i praktycy przeprowadzający badania (realizatorzy *Multimedialnego Leksykonu Eksperymentów Chemicznych*). Oznacza to, że by zrealizować zaplanowany film niejednokrotnie popełniali błędy i ponosili porażki. W ten sposób osiągnięcie ostatecznego efektu, choć usłane pomyłkami, ostatecznie dało im wiele satysfakcji.

1. Jak kwas siarkowy(VI) zmienia biały cukier w czarny węgiel?

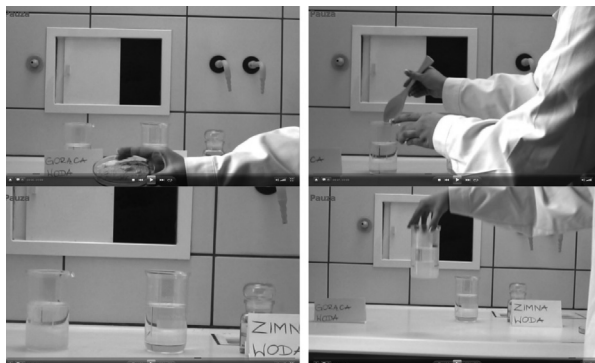
Film (fot. 2) przedstawia proces, w którym pod działaniem stężonego kwasu siarkowego(VI) cukier żółknie, brunatnieje i wreszcie czernieje, a nad zlewką unosi się para; mieszanina pęcznieje i wysuwa się ze zlewki w postaci grubego, porowatego walca. Proces ten obrazuje właściwości higroskopijne tego kwasu.



Fot. 2. Kadry filmu *Jak kwas siarkowy(VI) zmienia biały cukier w czarny węgiel* (autorzy: M. Gierszewski, K. Kowalczyk).

2. Co trzeba zrobić, bo coś szybko rozpuścić?

Film (fot. 3) obrazuje wpływ temperatury na szybkość rozpuszczania się siarczanu(VI) miedzi(II) w wodzie. Obserwator może zauważyć, iż wzrost temperatury przyspiesza rozpuszczenie się tej soli w wodzie.



Fot. 3. Kadry filmu *Co trzeba zrobić by szybko coś rozpuścić* (autorzy: A. Wolińska, R. Krusicki).

B. Filmy obrazujące doświadczenia chemiczne wykonywane w kuchni.

Pomysł realizacji tego typu filmów uczniowie zaczerpnęli z modułu *Leksykonu – Chemia przed śniadaniem*, w którym uczeń liceum wyjaśnia wiele zagadnień dotyczących chemii obecnej w życiu codziennym, a w szczególności w kuchni. Uczestnicy projektu wykonali filmy, w których prezentują tematykę związaną z chemią życia codziennego. Przygotowane materiały filmowe zawierają komentarz nagrany przez młodych realizatorów.

1. Produkty spożywcze w kuchni.

Przygotowany przez uczniów film prezentuje analizę składników chemicznych zawartych w produktach spożywczych (fot. 4). Realizatorzy sprawdzają skład chemiczny m.in. ketchupu, jogurtów, soków oraz parówek poprzez analizę etykiet oraz eksperymentalne próby wykrywania składników w produktach spożywczych. W swoim materiale poruszają aspekt ceny produktu w kontekście powiedzenia „im droższy tym lepszy”. Film zawiera zarówno komentarz słowny, jak i plansze tekstowe. Najciekawsze pytania, na które uczniowie starali się znaleźć odpowiedź to:

- Dlaczego parówki są miękkie?
- Dlaczego ketchup jest czerwony?
- Czy konserwanty znajdują się we wszystkich produktach spożywczych?



Fot. 4. Kadry filmu Produkty spożywcze w kuchni (autorzy: K. Kędziora, J. Pohl).

2. Eksperymenty chemiczne w domowym zaciszu

Materiał filmowy obrazuje eksperymentalną identyfikację składników zawartych w produktach spożywczych (fot. 5). Uczniowie wykrywają skrobię w ziemniaku za pomocą jodyny. Film ten zawiera komentarz słowny, plansze tekstowe oraz podkład muzyczny. Uczniowie udzielają odpowiedzi na pytania:

- Dlaczego ziemniak ciemnieje pod wpływem skrobi?
- Dlaczego ocet niszczy skorupkę jajka?
- Dlaczego jodyna naniesiona na ziemniak zmienia swoją barwę?



Fot.5. Kadry filmu Eksperymenty chemiczne w domowym zaciszu (autorzy: M. Kubik, K. Heda).

C. Filmy obrazujące pracę zakładów przemysłowych.

Do powstania tej grupy filmów inspiracją był jeden z modułów *Multimedialnego Leksykonu Eksperymentów Chemicznych – Chemia za każdym rogiem*. Moduł ten przedstawia pracę wybranych zakładów przemysłowych. Zainspirowani taką opowieścią filmową uczniowie przygotowali własne filmy, w których zaprezentowali pracę zakładów przemysłowych z okolic, w których mieszkają. Przygotowane przez nich prace były zwykle realizowane w miejscach, gdzie pracują ich rodzice, bądź znajomi – chęć zobaczenia na czym polega praca mamy i taty cieszyła się największą popularnością. Zebrane materiały zostały opatrzone podkładem muzycznym oraz samodzielnym komentarzem uczniów lub tekstem umieszczonym w odpowiednich scenach.

1. Od ziemniaka do łajdaka, czyli zakłady przemysłu ziemniaczanego we Wronkach.

Film przedstawia etapy procesu przetwarzania ziemniaków oraz otrzymywanie takich produktów, jak: mąka ziemniaczana, kleik skrobiowy, karmel naturalny, cukier palony (fot. 6).



Fot. 6. Kadry filmu *Od ziemniaka do łajdaka...*
(autorzy: S. Graczyk, I. Nowak, M. Pacyna).

W materiale filmowym uczniowie udzielają odpowiedzi na takie pytania badawcze, jak:

- *Dlaczego mąka ziemniaczana jest biała?*
- *Czym jest syrop skrobiowy i do czego służy?*
- *Czy skrobia jest cukrem?*

Podczas swoich poszukiwań uczniowie ze zdziwieniem dowiedzieli się, że barwa mąki związana jest z zawartością w mące rozdrobnionej okrywy owocowo-nasiennej ziarna. Wyczytali (<http://pl.wikipedia.org/wiki/Mąka>), że biała mąka wyprodukowana jest z centralnej części ziarna, to jest z bielma mącznego, które stanowi około 82% zawartości ziarna pszenicy. Wokół bielma mącznego, zewnętrzną warstwę ziarna tworzy okrywa owocowo-nasienna. Centralna część bielma zawiera 0,3% - 0,6% popiołu, natomiast okrywa owocowo-nasienna 6% - 10% popiołu. Stąd im większy stopień rozdrobnienia okrywy i przejście jej do mąki, tym większa zawartość popiołu oraz ciemniejsza barwa mąki.

2. **Dlaczego węgiel się pali, czyli zakłady energetyki ciepłej od wewnątrz.**

Film przedstawia etapy procesu pozyskiwania energii cieplnej poprzez spalanie surowców takich, jak węgiel kamienny i brunatny (fot. 7).



*Fot. 7. Kadry filmu Dlaczego węgiel się pali...
(autorzy: M. Sokołowska, M. Antas).*

W przygotowanym materiale filmowym uczniowie udzielają odpowiedzi na pytania badacze:

- *Co się dzieje podczas spalania węgla?*
- *Jak to się dzieje, że spalając węgiel możemy ogrzewać domy i szkoły?*
- *Czym jest dym z komina?*

- Czy w domowym piecu można palić wszystkim, czym się chce?
- Z jakiego materiału buduje się kominy?
- Czy dom może nie mieć komina?

Dlaczego podczas niżu dym z komina opada nisko na ziemię, a podczas wyżu unosi się prosto do góry?

3. Od mleka do sera, czyli jak działa przemysł mleczarski.

Film przedstawia pracę fermy bydła mlecznego – pozyskiwanie mleka i jego wieloetapowe przetwarzanie na produkty mleczne (fot. 8). Materiał filmowy pozwala poznać odpowiedzi na postawione przez uczniów pytania:

- Dlaczego choć wszystkie składniki mleka po wyizolowaniu są przezroczyste, mleko ma barwę białą mleko jest białe?
- Czy w mleku znajduje się tłuszcz?
- Co dzieje się z mlekiem, kiedy trafi do mleczarni i kolejnych zakładów jego przetwórstwa?

Odpowiadając na pierwsze pytanie uczniowie na podstawie swoich poszukiwań stwierdzili, że dzieje się tak dlatego, że kazeina w mleku tworzy duże struktury zwane micelami. Micele kazeiny, woda i tłuszcz zwierzęcy tworzą niewidoczne gołym okiem fazy. Barwa każdego przedmiotu, widoczna przez nasze oczy jest efektem odbijania i załamывania światła. Składniki mleka odbijają światło w taki sposób, że nasz mózg odbiera je jako białe. Zainteresowani postanowili zbadać, czy mleko po zamrożeniu też jest białe.



Fot. 8. Kadry filmu *Od mleka do sera*
(autorzy: P. Gąsiorek, A. Migulska, D. Trzeciak).

D. Prezentacje multimedialne, wywiady, inscenizacje teatralne.

Większość z przygotowanych przez uczniów prac miała formę materiału filmowego, jednak wyodrębniono również inne formy prezentacji rezultatów działań uczniowskich, jak: prezentacje multimedialne, wywiady oraz

inscenizacje teatralne. W szczególności przedstawienia i wywiady oraz eksperymenty chemiczne pozwoliły uczniom na konstruowanie naukowej odpowiedzi na zadane wcześniej pytania badawcze, np.:

- *Czy lekarz weterynarii musi mieć wiedzę z chemii i do czego jest ona mu potrzebna?*
- *Jak chemik bada próbki weterynaryjne?*
- *W jaki sposób nawozy azotowe wpływają na wzrost roślin?*
- *Czy nawozy mineralne są lepsze od nawozów sztucznych?*
- *W jaki sposób można odróżnić z jakiego tworzywa zrobione są rajstopy, a z jakiego kalosze?*

1. Chemia analityczna w inspekcji weterynaryjnej (prezentacja multimedialna).

Prezentacja obrazuje etapy procesu laboratoryjnego badania próbek weterynaryjnych (fot. 9). Formę tę charakteryzuje dynamiczny pokaz zdjęć opatrzone komentarzem i odpowiednią muzyką.



Fot. 9. Fragmenty prezentacji multimedialnej Chemia analityczna w inspekcji weterynaryjnej (autorzy: K. Karaś, M. Przewoźny, A. Kordylewska).

2. Chemia w nawozach mineralnych (wywiad).

Głównym elementem materiału filmowego jest wywiad z pracownikiem firmy odpowiedzialnym za sprzedaż nawozów. Wywiad zarejestrowany za pomocą kamery cyfrowej obrazuje pracę firmy dystrybuującej nawozy mineralne (fot. 10).



Fot. 10. Zdjęcia ilustrujące przebieg wywiadu *Chemia w nawozach mineralnych* (autorzy: K. Stirn, M. Mikołajczyk)

3. Pończoszki i nie tylko (przedstawienie teatralne).

Sformułowane podczas przedstawienia teatralnego pytania pozwoliły uczniom na przedstawienie wyników swoich badań eksperymentalnych nad tworzywami sztucznymi. Badania te wzmocniły zainteresowanie przedmiotami przyrodniczymi zarówno zdolnych, jak i słabszych uczniów pozytywne relacje społeczne w grupie oraz rozumienie, czym jest wiedza naukowa i jak powstaje. Przyjęcie żartobliwej formy prezentacji połączyło możliwość zabawy z nauką. Przedstawienie było okazją do zaprezentowania odniesień do badań naukowych i osiągnięć naukowców (odkrywców w dziedzinie tworzyw sztucznych).



Fot. 11. Zdjęcia z przedstawienia *Pończoszki i nie tylko* (autorzy: A. Kurczewska, D. Bączkiewicz, L. Miesiąc, A. Fórmaniak)

Reasumując, opisane działania uczniów wyzwoliły ich aktywność badawczą, zarówno grupy zainteresowanych chemią, jak i tych z trudnościami

w nauce, m.in. w odniesieniu do interpretowania informacji, wyjaśniania zależności przyczynowo-skutkowych między faktami i formułowania wniosków. Przygotowane materiały pozostaną w gestii nauczycieli i z pewnością znajdą zastosowanie w następnych latach szkolnych.

Łatwo jednak dostrzec inne zalety tej pracy, jak chociażby praktyczne wykorzystanie technologii informacyjnej do tworzenia i opracowania materiałów filmowych oraz rozwijanie naturalnych predyspozycji do autoprezentacji, w tym wypowiadania się publicznego (przedstawienie) i niepublicznego (czytanie komentarza filmowego) [11].

Na koniec warto raz jeszcze podkreślić, że działania uczniów zainspirowane *Multimedialnym Leksykonem Eksperymentów Chemicznych* pozwoliły na realizację zadań charakterystycznych dla metod IBSE, a mianowicie:

- budzenie naturalnej ciekawości ucznia,
- zadawanie pytań przez uczniów,
- rozwiązywanie problemów,
- współpraca w grupie,
- krytyczne myślenie,
- pokazywanie istoty nauki i wizerunku naukowców,
- prowadzenie badań eksperymentalnych,
- pokazywanie powiązań z życiem codziennym,
- integracja różnych dziedzin nauki.

Literatura

1. [http://reformaprogramowa.men.gov.pl/Podstawa programowa nauczania chemii na poziomie pierwszej klasy szkoły ponadgimnazjalnej](http://reformaprogramowa.men.gov.pl/Podstawa_programowa_nauczania_chemii_na_poziomie_pierwszej_klasy_szkoły_ponadgimnazjalnej) (data dostępu 12.02.2013)
2. Gulińska H., Bartoszewicz M., Miranowicz M., Miranowicz N., Jagodziński P., Wolski R., Wołowiec T., *Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych*, grant KBN nr NN 204 001536, Poznań 2012
3. Maciejowska I., *IBSE jako najbardziej modna strategia edukacyjna* [w:] *Dydaktyka chemii (i innych przedmiotów przyrodniczych) od czasów alchemii po komputery*, Nodzyńska M. (red.), Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii UP, Kraków 2011
4. Maciejowska I., Odrowąż E. (red.), *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów*, ZDCh Wydział Chemii UJ, Kraków 2012
5. Lilpop J., *Nowoczesne nauczanie przedmiotów przyrodniczych*, Zespół Przyrodniczy, Instytut Badań Edukacyjnych, http://www.ulapoz.waw.pl/WCIES_ibse.pdf (data dostępu 12.02.2013)
6. http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf (data dostępu 12.02.2013)

7. Kozielska M., *Technologie informacyjne w nowym ujęciu kształcenia technicznego* [w:] Media, edukacja, kultura, Skrzydlewski W., Dylak S. (red.), PTTiME, Poznań 2012
8. Barteczko-Chapek K. *Projekt jako metoda nauczania i wychowania*, Bielsko Biała 2001
9. Korzeniowska M.B., *Nowa podstawa programowa, nowe metody pracy nauczyciela* [w:] Chemia bliżej życia. Kształcenie chemiczne w świetle nowej podstawy programowej, Wyd. Sowa, Poznań 2009
10. Seminaria tematyczne dla nauczycieli i uczniów „Multimedialny Leksykon Eksperymentów Chemicznych w rękach ucznia”, Wydział chemii UAM, Poznań, styczeń 2013
11. Konferencja dla nauczycieli, „Dydaktycy chemii nauczycielom”, Wydział Chemii UAM, Poznań, 11 lutego 2013